

AperTO - Archivio Istituzionale Open Access dell'Università di Torino

Luigi Cerruti: la chimica come impegno civile

This is a pre print version of the following article:

Original Citation:

Availability:

This version is available <http://hdl.handle.net/2318/1901192> since 2023-04-22T20:55:29Z

Terms of use:

Open Access

Anyone can freely access the full text of works made available as "Open Access". Works made available under a Creative Commons license can be used according to the terms and conditions of said license. Use of all other works requires consent of the right holder (author or publisher) if not exempted from copyright protection by the applicable law.

(Article begins on next page)

Luigi Cerruti: la chimica come impegno civile

ELENA GHIBAUDI^{1*}, FRANCESCA TURCO¹, GIANMARCO IELUZZI²

¹*Dip.to Chimica, Università di Torino, Via Giuria 7, 10125, Torino;* ²*Istituto Comprensivo "C.Alvaro-P.Gobetti", Via Canonica, 36, 10137 Torino.*

**E-mail:* elena.ghibaudi@unito.it - *orcid.org/0000-0002-1660-2482*

Riassunto

La cifra distintiva dell'opera di Luigi Cerruti è stata senza dubbio la poliedricità, che si traduceva nella capacità di tuffarsi con passione in una molteplicità di imprese dal carattere diverso. Cerruti è stato uno storico della chimica e un epistemologo che, da fermo sostenitore del ruolo sociale degli scienziati e della scienza, ha sempre coniugato il proprio ruolo accademico alla passione politica, nel senso più ampio del termine, sostenendo il legame tra l'essere scienziato e l'essere cittadino. Il suo percorso di ricerca, che qui richiamiamo, testimonia una visione aperta e dialettica della chimica e della scienza.

Abstract

The distinctive feature of Luigi Cerruti's work was undoubtedly its versatility, which translated into the ability to dive with passion into a multiplicity of endeavors with a various character. Cerruti was a historian of chemistry and an epistemologist who, as a firm supporter of the social role of scientists and science, has always combined his academic role with political passion, in the broadest sense of the term, supporting the link between being a scientist and being a citizen. His research career, which we recall here, testifies to an open and dialectical view of chemistry and science.

Keywords: History of chemistry; philosophy of chemistry; chemical education; historiography.

Ricordare la figura di Luigi Cerruti (19 febbraio 1941 – 25 settembre 2021) e delinearne un ritratto non è facile, per molteplici ragioni. C'è innanzi tutto la difficoltà di dare conto della complessità del suo percorso di ricerca e dell'ampiezza dei suoi interessi, che non esitiamo a definire *alluvionali*, prendendo a prestito la sua ironia ed un termine che usava volentieri. Ma, per noi che abbiamo lavorato con lui, c'è soprattutto la difficoltà - quasi psicanalitica - di prendere atto in modo definitivo della perdita di un maestro e di un amico, con tutta la fatica emotiva che ciò comporta.

Proveremo dunque a commentare le principali tappe del percorso professionale di Cerruti, cercando di mantenerci fedeli alla sua lezione: utilizzare le fonti primarie (in questo caso, i suoi scritti e le sue stesse parole); riesaminare il passato con l'obiettivo di comprendere meglio il presente, puntando al futuro (molti problemi da lui affrontati sono ancora sul tappeto e meritano di essere ripresi); usare (moderatamente) la provocazione come strumento per sollevare questioni meritevoli di essere discusse.

Cerruti si laurea in chimica nel 1964, presso l'università di Torino, con una tesi sulla determinazione dei gruppi spaziali mediante tecniche diffrattometriche. Negli anni dal 1966 al 1973 è Assistente volontario di Strutturistica Chimica, per poi diventare assistente ordinario a partire dal 1973. Nell'A.A. 1967-68 riceve l'incarico di Esercitazioni di Chimica Fisica I per il corso di laurea in chimica industriale a Torino. Questo corso sarà importante per il suo successivo impegno sulla storia della chimica, il cui insegnamento comincerà in modo semiclandestino [5] nell'A.A. 1979-80 e diventerà ufficialmente parte del corso di laurea in Chimica di Torino solo nel 1985, dopo la positiva conclusione di dolorose vicende accademiche e la difficile conquista dell'associatura in Storia della Chimica [7]. Nel 1986 Cerruti è co-fondatore del Gruppo Nazionale di Fondamenti e Storia della Chimica (GNFSC), del quale sarà presidente negli anni 2005-2012. Negli anni 1987-88, compie un lungo soggiorno di studio a Londra, come Honorary Fellow del Science Museum. Tornerà a Londra più volte negli anni successivi, per portare avanti studi sui chimici inglesi del XIX secolo. Nel triennio 1998-2000 è Presidente della Divisione di Didattica della Società Chimica Italiana (DD-SCI), uno dei suoi milieu di riferimento insieme al GNFSC. Gli anni intorno al 2000 sono anche quelli dell'impegno nell'insegnamento di storia delle scienze

sperimentali dapprima nella SSIS piemontese e poi all'interno del corso di laurea in Scienze dei Materiali a Torino.

Queste poche righe evidenziano un percorso professionale anomalo per le abitudini accademiche italiane: infatti, Cerruti nasce come chimico sperimentale, si sposta poi verso la chimica teorica e infine si dedica a tempo pieno alla ricerca storico-epistemologica, che mette a servizio della didattica chimica e della stessa ricerca chimica (malgrado la fatica dei colleghi sperimentali a comprendere i possibili riflessi di questi studi sulla loro pratica della ricerca e della politica della ricerca).

La non linearità e la ricchezza del percorso si rispecchiano nei temi di ricerca via via esplorati da Cerruti¹:

- Dagli studi di teoria politica connessa agli scenari economico-produttivi al più specifico rapporto tra scienze chimiche e produzione industriale.
- La chimica in relazione al contesto politico-economico (in particolare, nell'epoca risorgimentale e nel ventennio fascista) e il ruolo politico attivo di molti chimici lungo la storia d'Italia.
- Lo sviluppo delle teorie chimiche e l'evoluzione tecnologica e strumentale della chimica (a dimostrare la loro mutua interdipendenza e il ruolo spesso addirittura trainante giocato dalle tecnologie e dallo sviluppo strumentale per il progresso della conoscenza chimica).

¹ Le varie fasi di questo percorso sono risultate molto evidenti nel lavoro di disamina della biblioteca di Cerruti, compiuto da due di noi, in vista della creazione di un 'Fondo Cerruti' presso la Biblioteca Ponzio del dip. Chimica dell'Università di Torino.

- La biografia del maggior chimico italiano del 1800, S. Cannizzaro, indagata applicando varie tecniche storiografiche (quali, ad es., l'analisi linguistica).
- Indagini su figure di chimici e fisici italiani, inglesi e tedeschi del XIX e XX secolo, a segnalare la fertilità dei territori di confine nell'intreccio tra le due discipline e nel rapporto tra le due comunità.
- Analisi delle più rilevanti enciclopedie chimiche europee e dei lavori di Selmi, Guareschi e Giua, che evidenziano l'intenzione (messa in pratica con dispiego di forze della comunità chimica e di mezzi editoriali) di favorire lo sviluppo sociale ed economico della Nazione offrendo agli imprenditori un dettagliato panorama del pensiero e delle tecnologie chimiche più moderne.
- Indagine sulle possibilità offerte alla ricerca storica e a quella sperimentale dallo sviluppo della Rete, moderna enciclopedia universale.
- Analisi dell'iconografia scientifica e del suo utilizzo a fini didattici, comunicativi e propagandistici.
- Il tema della complessità, sempre intrinsecamente presente in una modalità di ricerca caleidoscopica che moltiplica punti di vista e intrecci fra temi, diviene oggetto stesso di ricerca sia in rapporto alla struttura concettuale della disciplina chimica sia in relazione al rapporto tra la chimica e le altre discipline, e infine nella chimica descritta come *macchina autopoietica*, ispirata all'approccio sistemico di Maturana e Varela.
- Epistemologia applicata, ossia la riflessione filosofica su processi e concetti fondanti della chimica (es. modelli atomici, struttura molecolare, concetto di mole, concetto di orbitale,

ecc.), rivolta specificatamente alla comunità di coloro che praticano e insegnano la chimica.

Questo elenco, vasto ma incompleto, dà la misura dell'ampiezza dello sguardo del Cerruti storico, ma è anche segno della sua capacità di *risintonizzarsi* continuamente con l'ambiente circostante, cogliendo i nuovi orientamenti della comunità chimica e le istanze culturali che via via emergevano dalla società.

L'idea di chimica che permea questo percorso di ricerca è quella di una scienza che fa convivere la sfera industriale, tecnica, accademica e sociale: una chimica immersa in precisi contesti socio-economici, al cui sviluppo contribuisce attivamente e dai quali viene influenzata, modificandosi a sua volta. Una chimica che si intreccia con la politica, tanto da vedere molte sue figure professionali direttamente impegnate nel *far politica*, nel senso più ampio e significativo del termine. In una parola, una chimica *non neutra*, in antitesi con l'idea mitica di scienza oggettiva e neutrale. È precisamente questa visione della chimica che ritroviamo nel testo più famoso di Cerruti, *Bella e Potente* [9].

Ma cos'era la *storia della scienza* per colui che aveva deciso di farne l'oggetto delle proprie ricerche? «La storia è *un'avventura spirituale* in cui la personalità dello storico si trova interamente impegnata [...] Essa assume per lui *valore esistenziale*, donde la sua serietà, il suo significato, il suo valore» [16]. Qui Cerruti prende a prestito le parole di Marrou per illustrare la propria concezione del lavoro dello storico. L'aggettivo *esistenziale* ricorre spesso nei suoi scritti. La stessa scienza è concepita da lui come avventura esistenziale, accanto e forse ben prima di essere un'impresa intellettuale e un potente strumento di azione sulla realtà materiale.

Riguardo al *perché fare storia*, egli stesso ci dice: «Uno dei compiti più importanti della ricerca in storia della chimica è proprio quello di *far emergere la regione epistemologica delle scienze chimiche*, descrivendo i suoi mutevoli confini con la fisica e la biologia e rinnovando la sua esplorazione al seguito degli scienziati, maggiori e minori, del passato» [5].

Qui troviamo l'idea della chimica come forma di cultura, della quale era interessato a esplorare le *pratiche conoscitive* (un'espressione tipica dei suoi scritti), al fine di far emergere l'area d'azione e le modalità di conoscenza peculiari delle scienze chimiche. È solo attraverso questo tipo di indagine e di riflessione che una disciplina può *dire se stessa*, nel senso di definire la propria identità, ciò che la identifica e la distingue da altri approcci conoscitivi alla realtà.

Traspare da queste righe uno sguardo attento alle zone di confine interdisciplinari che lo attiravano per la loro intrinseca apertura: questa particolare sensibilità (ma forse, dovremmo parlare di vera e propria attrazione) è specialmente evidente nella parte finale della seconda edizione di *Bella e potente* [9].

La storia della chimica è, tuttavia, una disciplina dal doppio volto: «La disciplina stessa è *ambigua*, chiedendo essa ai suoi cultori una doppia vocazione: per gli studi duri di chimica, e per le pratiche severe della storiografia. L'ambiguità si estende anche alla *valutazione degli esiti della ricerca*, i cui aspetti metodologici possono essere apprezzati a pieno solo da altri storici, e i cui contenuti epistemologici possono essere compresi in profondità solo da altri chimici» [7]. Queste righe sollevano un problema quanto mai attuale: quello del riconoscimento del lavoro dello storico della chimica, che rischia di essere sottovalutato o frainteso e che fatica a sopravvivere entro un sistema bibliometrico di valutazione della ricerca ridotto ad arido calcolo algoritmico, pura quantità.

Il prezzo dell'ambiguità della disciplina storica fu chiaro a Cerruti fin dagli inizi, quando si scontrò con l'impossibilità di tenere un corso ufficiale di storia della chimica: «L'insegnamento di storia della chimica iniziò in modo semi-clandestino nell'A.A. 1979-80 [...] Nei primi due anni la storia della chimica coabitò nel mio corso con la termodinamica dei processi irreversibili e, nei successivi quattro, con la fotochimica». Dovrà attendere 6 anni prima che il Corso di Storia della chimica diventi una realtà autonoma e sia *premiato* da un congruo numero di ore di docenza (60 ore) [5].

In questi 6 anni, Cerruti lotta per ottenere l'abilitazione e per l'associatura in Storia della Chimica, scontrandosi con molte resistenze accademiche. La vicenda è stata raccontata nei dettagli da lui stesso [7]: qui ci limiteremo ad osservare che la gestione, a volte alquanto disinvolta, delle cattedre e delle abilitazioni da parte dell'accademia non è un mero esercizio teorico di politica accademica; è un esercizio di potere con conseguenze dirette sulla vita e sul destino delle persone (Cerruti forse scomoderebbe l'aggettivo *esistenziale*). Prova ne siano le drammatiche parole da lui rivolte al prof. Marini-Bettòlo, in una lettera che gli indirizzò nel 1984, in disperata ricerca di un appoggio, nel pieno della tempesta concorsuale che rischiava di travolgerlo e di chiudergli ogni possibilità di riconoscimento professionale: «Un mio mancato inquadramento in storia della chimica mi condannerebbe per lunghi anni ad una *patente internazionale di dilettantismo*»².

La vicenda finì bene, proprio grazie all'intervento di Marini-Bettòlo, ma la considerazione delle ricerche storiche ed epistemologiche da parte della comunità chimica continuò (e ahimè continua) a essere scarsa. Prova ne sia una lettera del prof. Lamberto Malatesta, ordinario di chimica generale a Milano e figura di riferimento per la comunità chimica, che il 16 gennaio 1984 scriveva a Cerruti: «La sua attività di storico della chimica è molto interessante e gli articoli che

² Lettera inedita, trovata nell'archivio Cerruti da due di noi.

mi ha inviato sono ottimi da ogni punto di vista e coprono un settore che in Italia risulta assai trascurato. Mi auguro che Ella voglia procedere per questa via, anche se, purtroppo, *le pubblicazioni in campo storico e della filosofia della scienza sono male accolte e sottovalutate in sede concorsuale*. È una situazione ingiusta, ma bisogna che chi intende seguire quella via ne sia a conoscenza, evitando così gravi delusioni»³. Malatesta era persona di grande cultura e le sue parole testimoniano una sensibilità nei confronti di temi – per sua stessa ammissione – ingiustamente trascurati dalla comunità chimica. Tuttavia non possiamo fare a meno di notare che egli era tra le poche persone in Italia che sarebbero state in grado di influenzare le vicende concorsuali del Cerruti e, più in generale, di creare le condizioni affinché la comunità accademica dei chimici riconoscesse formalmente il valore delle ricerche storico-epistemologiche. Occorreva volerlo.

Vale la pena ricordare che, mentre Cerruti sperimentava l'isolamento accademico in patria («Avevo veramente un bisogno disperato di cultura, erudizione e solidarietà» [7]), la sua fama di storico cresceva oltreconfine, portandolo a diventare membro di varie istituzioni prestigiose.⁴

Tornando al Corso di Storia della chimica, ci pare rilevante dare conto della sua struttura, quale l'abbiamo ritrovata negli appunti dello stesso Cerruti (Tabella 1).

³ Lettera inedita, trovata nell'archivio Cerruti da due di noi.

⁴ Cerruti fu membro della British Society for the History of Science, della Society for the History of Alchemy and Chemistry, della Commission on the History of Modern Chemistry della International Union of History and Philosophy of Science, del Working Party on the History of Chemistry della European Association of Chemical and Molecular Science (EUCHEMS), della International Society for the Philosophy of Chemistry (ISPC) e del Comitato Editoriale di HYLE-International Journal for the Philosophy of Chemistry, a dimostrazione del fatto che, malgrado l'isolamento accademico sperimentato in patria (nemo propheta...), egli era ben inserito nel panorama internazionale.

Tabella 1: Struttura del primo Corso di storia della chimica di L.Cerruti (AA. 1979-80) quale è descritta negli appunti dell'autore.

Chimica pneumatica (ca. 1775)	Si mette in luce l'organizzazione di concetti fondamentali, quali quello di sostanza (pura), composizione, elemento, nonché l'uso diffuso di misure quantitative. Teorie del flogisto e dell'ossigeno a confronto
Leggi e congetture fondamentali (1790-1820)	Si discutono le leggi stechiometriche (fondamento dei fondamenti), l'orientamento verso le costanti fondamentali (pesi atomici), interrogativi sulla natura degli elementi, le leggi dei gas e dei solidi
Riforma cannizzariana e sistema periodico (1850-70)	Espressione della composizione, concetto di valenza, messa in ordine del sistema degli elementi
Valenza e struttura (1850-1875)	Diversa esigenza d'ordine (sulle sostanze organiche); elaborazione teorica delle procedure di trasformazione delle sostanze (organiche); stereochimica
Teoria dei complessi (1894 e segg.)	Nuova e diversa esigenza d'ordine (su certe sostanze inorganiche); elettrochimica; parziale negazione delle teorie precedenti e 'ritorno a Berzelius'
Modelli atomico-molecolari (1895-1920)	L'impostazione classica della chimica si confronta con i risultati della fisica fin-de-siècle
Chimica macromolecolare (1920-1940)	Gemmazione e negazione della chimica organica classica
Chimica biologica (1900-1950)	Incontro-confronto tra procedure chimiche e biologiche; le tecniche della chimica organica classica giungono a livelli di assoluta eccellenza, prima di essere (alcune!) completamente perdute
Chimica quantistica (1925-1940)	Incontro-confronto fra le teorie chimiche classiche e la fisica matematica

Il corso era strutturato in nove nodi e si configurava come una *storia delle procedure conoscitive* della chimica. La struttura è diacronica, ma non lineare (in accordo con le molte riflessioni dello stesso Cerruti sulla non linearità della evoluzione delle scienze e del lavoro di ricerca). Di fatto, si presenta come una *storia del pensiero chimico*: vi ritroviamo una chimica intesa non come mero sapere tecnico e prassi manipolativa della materia, ma come *contenuto di pensiero sulla realtà*; un pensiero caratterizzato da una propria struttura peculiare, che distingue la chimica da altre discipline scientifiche. In quanto forma di pensiero, e dunque espressione culturale, era importante sottolineare la relazione della chimica con i contesti culturali e sociali nei quali questo pensiero si era andato sviluppando. Questa visione della disciplina come sistema di pensiero in costante evoluzione (da cui l'approccio ermeneutico alla storia) era largamente condivisa all'interno del GNFSK e rispondeva agli obiettivi di questo gruppo.

Scrive infatti Eugenio Torracca: «L'idea originaria era di fornire una *versione più corretta dei concetti di base della Chimica, spesso distorti e resi poco comprensibili per un accumulo di effetti di disturbo (o di omissioni) nel passaggio dalla letteratura chimica, al manuale universitario, fino al libro di testo per la scuola secondaria*» [20]. Ed è ancora Cerruti a ribadire che l'obiettivo era «*ricostruire una storia dell'epistemologia della chimica*» al fine di pervenire ad una «*caratterizzazione culturale della nostra scienza*» in quanto, riprendendo le parole di Leonello Paoloni: «Resta ignorata la necessità che la chimica sia inserita nel contesto culturale comune della società» [7]⁵.

Il Corso di Storia della Chimica di Torino puntava certamente a rendere gli studenti consapevoli della dimensione culturale della loro disciplina. Una battaglia più facile da vincere con i giovani che non con i colleghi, alcuni dei quali - lo possiamo testimoniare in qualità di ex-allievi - scoraggiavano esplicitamente gli studenti dall'inserire il corso di Storia della Chimica in piano di studi in quanto cosa poco rilevante, se non un'esplicita perdita di tempo. Le stesse vicende del corso testimoniano la chiusura culturale di una parte della comunità chimica: nei primi anni 2000 il corso di storia della chimica venne soppresso, con il pretesto che i corsi complementari erano troppi e mancavano aule per tenerli in piedi. Il corso sopravvisse in altre forme e luoghi: nella SSIS e poi, in formato ridotto (16 ore) come corso di storia delle scienze sperimentali, all'interno del corso di laurea in Scienza dei materiali, fino al pensionamento di Cerruti, evento che ne sancì la definitiva scomparsa.

Un'ultima nota di rilievo riguardo a questo insegnamento proviene dalla prolusione al corso, che Cerruti titolò: *Domande da porre: possibili risposte* [3]. In questi appunti inediti, il docente

⁵ Sottolineatura nell'originale

illustrava ai propri allievi il senso del percorso che stavano per intraprendere. Alla domanda «qual è il senso della storia delle scienze?», Cerruti dà una risposta che si sviluppa secondo due direttrici distinte, ma complementari: il senso come rimando (ossia possibilità di transcodifica tra linguaggi diversi) e il senso come direzione ed intenzionalità (Figura 1). La transcodifica di linguaggi va intesa come *nesso tra due modalità di conoscere* e si applica tanto alle teorie (fra loro) quanto al rapporto tra prassi scientifica e produzione industriale. A titolo esemplificativo, Cerruti propone questa analogia: «quando ad un esame, dopo una lunga serie di passaggi algebrici ed analitici, si chiede al candidato ‘il significato fisico’ delle assunzioni, delle approssimazioni e dei risultati, si impone esattamente un’operazione di significazione, di transcodifica tra due linguaggi distinti». Quanto all’*intenzione*, si tratta di un termine molto significativo all’interno dell’opera di Cerruti: l’intenzione di ricerca è ciò che guida il ricercatore nella sua esplorazione e che ne giustifica gli sforzi, ne influenza le interpretazioni e talora ne fa comprendere gli errori. Sull’intenzionalità, Cerruti cita Husserl, un riferimento filosofico per lui fondamentale: « “La fenomenologia...è l’esplicazione di senso realmente condotta su ogni tipo pensabile di essere per me, come ego, e specialmente sulla trascendenza (che mi si presenta realmente dall’esperienza) della natura, della cultura e del mondo in generale. Ma ciò val quanto dire: *rivelazione sistematica dell’intenzionalità costitutiva stessa*” [14]. È, secondo noi, verso questa “intenzionalità costitutiva” che deve procedere l’elaborazione di un metodo storiografico adeguato, capace di affrontare (con una adeguata epistemologia) il problema dello sviluppo scientifico in Occidente» [3]. I termini di intenzionalità, unici e specifici per ogni autore, sono chiaramente ricostruibili dall’analisi dei testi, adottata come metodo di indagine elettivo.



Figura 1: Schematizzazione proposta da Cerruti in relazione alla domanda «qual è il senso della storia delle scienze?» [3]

Cerruti conclude con una nota nella quale troviamo tre parole-chiave del corso - processo, sistema e intenzione: «Il senso dell'attività storiografica nel campo della storia della scienza consiste nel mettere in relazione la *scienza come processo*, da una parte, con la *scienza come sistema e come intenzione*, dall'altra. A questo punto, e solo a partire da questo punto, la scienza si aprirebbe davanti a noi come *impresa conoscitiva ed umana degna di essere vissuta*» [3]. Nell'insieme, emerge un'idea di scienza (e di chimica) tanto come *impresa conoscitiva* quanto come *impresa umana*, con un recupero di quella dimensione esistenziale che Cerruti riteneva centrale.

Se il GNFSK rappresentò per Cerruti il luogo dove trovare quelle possibilità di interlocuzione che la comunità dei chimici sperimentali gli negava, una seconda comunità di riferimento (anch'essa sparuta, ma agguerrita) fu la DD-SCI, del quale sarà anche Presidente: «Nella comunità dei chimici non vi era nulla di paragonabile [*rispetto all'interesse dei fisici per la storia e la didattica*] e l'unica possibilità per un senza-terra come me era di *far riferimento all'area di ricerca in didattica della chimica*» [7].

Si trattava di un approdo piuttosto naturale, se si considera la sua concezione degli studi storici ed epistemologici come strumenti al servizio della comunità chimica. Cerruti ha sempre sostenuto la centralità della didattica, in quanto luogo nel quale la comunità si perpetua, trasmette il proprio *know how*, la cultura della quale è portatrice e le chiavi interpretative della realtà che essa stessa ha elaborato. Se la chimica è una cultura, la didattica delle scienze è una impresa culturale e, come tale, implica lo sviluppo di una ricerca didattica che la faccia maturare: «La ricerca in didattica delle scienze rende disponibili gli strumenti per rendere costruttiva e intersoggettiva la nostra esperienza di insegnanti di discipline scientifiche» [8]. Ma quale scienza insegnare? E come? La scienza è «un modo fondamentale per comprendere in profondità il nostro mondo», dice Cerruti. Ha dunque un *significato esistenziale* che deve emergere nell'azione didattica in quanto esso «giustifica lo sforzo per acquisire una conoscenza reale, e non volatile, del contenuto e così conduce al possesso del contenuto stesso» [8]. Ma l'azione didattica deve fondarsi anche sulla consapevolezza epistemologica, che si costruisce solo coltivando la storia della disciplina: «Se la cultura scientifica è posta nei due contesti della società e della scuola senza amore per la conoscenza, senza consapevolezza epistemologica, senza tensione esistenziale, essa non può che agonizzare, o entrare in coma irreversibile. Anche di qui nasce l'attenzione rivolta all'introduzione della storia e dell'epistemologia nell'insegnamento delle scienze» [6].

Cerruti precisa anche ciò che la ricerca storica non è e non deve essere, ossia «la 'storia dei professori emeriti', che al termine della loro carriera celebravano i trionfi della propria disciplina, ricostruendone il divenire come un (lungo) cammino per giungere alla (loro) verità» [5], così come non può essere una ingenua e superficiale narrazione aneddotica da affiancare alla esposizione dei principi fondanti della disciplina.

Queste idee erano ampiamente condivise entro lo stesso GNFS se, come ricorda Torracca: «La convinzione che stava alla base delle scelte di noi tutti era che la *didattica delle materie scientifiche* e in particolare della Chimica fosse molto importante per lo *sviluppo culturale e materiale di qualsiasi Paese* e del nostro in particolare» [20]. Il valore formativo della chimica e delle scienze va ben oltre i contenuti tecnici: le discipline scientifiche sono sistemi di pensiero, formano al pensiero critico, alla logica e – oggi si direbbe – stimolano la cittadinanza attiva.

Molte di queste problematiche e domande continuano ad essere riproposte anche oggi, ad indicare che non sono state risolte, molte resistenze permangono e la visione culturale della chimica non è sufficientemente coltivata dalla stessa comunità dei chimici. Nel lontano 1983 Paoloni scriveva parole che si applicano perfettamente al contesto attuale, ad indicare che molta strada resta da percorrere: «Nel contesto legislativo che governa gli ordinamenti scolastici, e che esprime perciò la scala dei valori culturali comuni alla maggioranza dei cittadini, *la chimica è considerata unicamente sotto il profilo tecnico e viene rifiutata come scienza*, cioè come una manifestazione dell'attività cognitiva dell'uomo rispetto alla problematica della composizione dei corpi materiali. *Tale ruolo è invece riconosciuto alla fisica*» [17].

Questi temi (e in particolare il rapporto di subordinazione culturale nei confronti della fisica) sono spesso oggetto di lamentela da parte dei chimici: c'è da chiedersi se un diverso atteggiamento dei chimici verso la ricerca didattica, storica ed epistemologica non contribuirebbe a modificare il posto che la chimica occupa nell'immaginario collettivo e nel bagaglio culturale del cittadino medio, oltre che in quello dei chimici stessi. Tuttavia, ciò comporterebbe un investimento nella formazione di ricercatori in didattica, storia ed epistemologia della chimica, che continua a non esistere e a non essere percepito come un'esigenza.

Resta dunque valido ciò che Cerruti scriveva nel lontano 1976, in un testo di sociologia della scienza che colpisce per la sua (triste) attualità: «*Lo stesso sforzo rivolto ad addestrare buoni ricercatori deve essere impiegato per ottenere, nelle stesse persone, dei buoni insegnanti*. Non solo per l'ampio significato sociale di questa seconda funzione, ma anche perché il momento di riflessione complessiva sull'insieme della disciplina insegnata, sul senso dei suoi scopi e delle sue tecniche, insito nella didattica è *del tutto complementare ad una ricerca efficace*» [2].

Uno scritto memoriale di Luigi Cerruti non può prescindere dal ricordare tre esiti fondamentali delle sue ricerche, che hanno contribuito a decretarne la fama di storico.

Ci riferiamo all'analisi critica del *Sunto di un corso di filosofia chimica* di Stanislao Cannizzaro, uscita nel 1991 a corredo della ripubblicazione del *Sunto* per i tipi di Sellerio [4], e alle due edizioni di *Bella e potente*, uscite rispettivamente nel 2003 e nel 2016 per Editori Riuniti [9].

Cannizzaro è «la figura più eminente della storia della chimica italiana». L'elaborazione del commento critico rappresenta per Cerruti l'occasione per mettere a punto un apparato storiografico che poi applicherà a tutti i suoi studi successivi. Questo *armamentario* di strumenti di analisi, questa *cassetta degli attrezzi* (usiamo termini che gli appartenevano) comprendeva l'analisi linguistica - una scelta influenzata dall'interesse di Cerruti per lo strutturalismo linguistico - e l'attenta ricostruzione storica del contesto e delle idee: «Cercai di collocare l'indagine storica nel nuovo orizzonte filosofico su cui mi ero affacciato in quegli anni, aperto intenzionalmente verso la *comprensione fenomenologica*. Di qui la necessità di una *minuta analisi del discorso*, della parola stessa degli scienziati» [7]. È così che, lavorando sul *Sunto*, Cerruti perviene a costruire un apparato di evidenze argomentative che gli consentono di dimostrare la crucialità del contributo di Cannizzaro nella messa a punto della teoria atomico-molecolare, che avrà un impatto

essenziale sulla successiva elaborazione della tavola periodica. In particolare, egli utilizza l'analisi linguistica per evidenziare gli *impegni ontologici* dichiarati da Cannizzaro sul livello microscopico e mostra come Cannizzaro sia riuscito a *mettere a posto* i concetti di atomo e molecola, ponendo fine ad una confusione concettuale che era ostacolo ad ulteriori progressi teorici della chimica: «Prima del Sunto, i concetti di atomo e di molecola, l'ipotesi di Avogadro e Ampère e la legge di Dulong e Petit, erano da lungo tempo 'oggetti' nell'universo di discorso della chimica, ma essi non 'erano a posto', stavano ancora subendo quel "processo che scopre la semplice presenza coprendo l'utilizzabilità" [13]» ([4], p.260).

Nella conclusione del suo commento al Sunto, Cerruti mette in evidenza due elementi fortemente originali del lavoro di Cannizzaro, in confronto a quello dei suoi contemporanei Dumas, Odling e Regnault: «*il massimo livello di astrazione, cioè di scelta teorica: l'assunzione rigida delle leggi fisiche, che rendeva le 'eccezioni' trascurabili nell'argomentazione; e l'assunzione della individualità atomica degli elementi*» ([4], p.254-255). Come è noto, il lavoro di Cannizzaro aprirà la strada a quello di Mendeleev; notiamo qui una singolare affinità tra i due personaggi nel modo di affrontare le questioni teoriche. Anche Mendeleev pervenne ad elaborare il Sistema Periodico grazie alla sua capacità di generalizzare, che lo condusse ad elaborare un concetto *astratto* di elemento che gli evitò di cadere nelle trappole della casistica e di diventare criterio fondante della classificazione chimica [19].

Sempre a proposito del commento al Sunto, è significativo ricordare la polemica che divise Cerruti e Alan Rocke, responsabile di un'interpretazione fortemente diminutiva del lavoro di Cannizzaro [18] la quale rischiava di propagare «un'immagine fortemente distorta del chimico palermitano» ([4], p. 83). In particolare, Cerruti contestò la riduzione del Sunto ad un «tentativo di mettere un

po' di coerenza in un *programma didattico*» e fu proprio attraverso l'applicazione di un ricco apparato storiografico che pervenne a dimostrare che il Sunto era «un articolo di ricerca teorica che delineava un *programma di ricerca*» ([4], p. 83).

Nel commento al Sunto, Cerruti rivela tutta la sua capacità di analisi epistemologica, che poggia su un esteso patrimonio di conoscenze filosofiche e su un approccio ermeneutico che fa leva sull'analisi linguistica (lessicale, semantica, retorica). Egli ricorrerà a questo tipo di analisi più volte nei suoi studi successivi: basti ricordare il suo ampio lavoro sul concetto di mole, nel quale esaminò e comparò le definizioni di mole nelle diverse lingue, mettendo in evidenza le implicazioni epistemologiche delle diverse scelte lessicali (ad es. la scelta di definire la grandezza di riferimento della mole come *quantité de matière* piuttosto che *amount of substance* o *quantità di sostanza*). L'*analisi linguistica* è dunque, per Cerruti, sempre occasione per mettere a fuoco *questioni epistemologiche*.

L'impostazione socio-semiotica fu fecondamente applicata anche all'analisi dell'iconografia scientifica, un tema di ricerca originale destinato a divenire un *classico*. Mediante questo approccio, Cerruti e i suoi collaboratori hanno esplorato i messaggi scientifici veicolati dalle immagini prodotte dal mondo dei chimici in differenti periodi storici, dimostrando come l'analisi dell'uso di diagrammi, di schemi e di grafici, in aggiunta a immagini vere e proprie, rende possibile evidenziare i messaggi impliciti e espliciti del mondo di appartenenza dei chimici [15, 23]. Tale indagine ha evidenziato come lo studio d'insieme dell'iconografia scientifica debba tenere conto delle pratiche sociali e delle condizioni d'uso al fine di rendere ragione del senso generato dal sistema segnico: testo scritto e apparato iconografico si compenetrano, si alimentano e spalancano nuovi modi di trasmissione di sensi e significati.

L'altro grande esito della ricerca storica di Cerruti è il testo *Bella e potente*, uscito in prima edizione nel 2003 [9]. Come storia della Chimica del Novecento rappresenta un *unicum*. Il testo è organizzato in 4 sezioni principali, dedicate rispettivamente al compimento della chimica classica (1894–1918), alla scoperta di nuovi e promettenti territori (1918–1945), agli sviluppi di vari campi sub-disciplinari della chimica, con sconfinamenti verso discipline attigue (1945– 1975), ed infine alla chimica della complessità (1975–2000) con un lungimirante sguardo finale verso i temi ambientali e l'ecologia, attraverso il modello Gaia elaborato dal chimico Lovelock. L'ampiezza della visione storica espressa da questo testo è ben illustrata dalle parole di Ferdinando Abbri, che recensì il testo su *Isis*: «Cerruti has a truly general vision of the history of chemistry that encompasses its various linguistic and political contexts» [1]. Da questo testo emerge l'idea di Chimica che sottende tutta l'opera di Cerruti: una chimica inserita all'interno di un contesto culturale, sociale, produttivo che si modifica, anche grazie alla chimica, e che concorre a modificare la disciplina, estendendola e ramificandola. Uno dei temi-chiave, molto cari all'autore e variamente ripreso dai suoi studi, è la *non neutralità* della scienza (nel libro Cerruti discute il drammatico servizio prestato dai chimici alla guerra); ma altrettanto rilevante nella sua opera è la critica al *mito della oggettività della scienza*, ossia ad un'idea positiva di scienza che purtroppo pare ancora molto radicata nella comunità scientifica, malgrado il suo anacronismo. La riedizione del testo, tredici anni più tardi [9], è frutto di una sostanziale revisione e di un ampliamento della parte finale, allo scopo di dare conto delle recenti aperture della chimica verso nuovi problemi e verso altre discipline. La sezione conclusiva della riedizione si proietta oltre il XX secolo e colpisce per l'ampiezza dello sguardo, ancora una volta non racchiuso nel recinto della chimica, ma attento a ciò che *succede nel mondo*. Particolare attenzione è

prestata ai riflessi della rivoluzione biologica che ha preso forma in questi due decenni del XXI secolo, sul mondo della chimica. Cerruti mostra come la visione complessa, l'interazione sempre più marcata tra chimica e biologia associabile ad una lettura molecolare dei fenomeni vitali, l'apertura verso le problematiche ambientali ed energetiche abbiano contribuito ad ampliare il campo d'azione e di interesse della chimica. Secondo alcune voci critiche, ciò avrebbe determinato una *perdita di identità* disciplinare della chimica. Cerruti era convinto che, al contrario, tale ampliamento fosse un arricchimento e comportasse una sempre maggiore messa in evidenza dell'utilità e dell'efficacia della visione chimica della realtà materiale (la chimica *potente* del titolo), nel solco coerente del riconoscimento della fertilità delle *zone grigie* tra discipline, già analizzate e valorizzate in relazione agli sviluppi intrecciati di chimica e fisica nei *territori di confine* tra fine Ottocento e primi decenni del Novecento [21, 22]. Tuttavia, questa lettura non va intesa in chiave trionfalistica, in quanto è radicata nella consapevolezza storica degli errori e dei danni che un certo uso della chimica ha generato. Da qui un discorso etico che Cerruti ha raramente sviluppato in quanto tale, ma che permea tutto il suo lavoro.

Nella sua lunga carriera, Cerruti ha adottato un approccio di tipo epistemologico alla storia, ma nell'ultima parte della sua vita gli interessi di Cerruti si sono inclinati più decisamente verso la riflessione epistemologica, in una particolare accezione che - insieme a noi collaboratori - decise di designare come *epistemologia applicata*. L'intento era quello di *realizzare una ricerca filosofica che fosse specificamente indirizzata ai chimici sperimentali* e direttamente fruibile da essi. L'idea non era nuova: nella fase iniziale del suo percorso di storico, Cerruti racconta di aver voluto presentare un lavoro storico-epistemologico in un consesso sperimentale. Si era al convegno di chimica dello stato metallico e Cerruti propose uno studio sugli aspetti scientifici ed economici

del processo di produzione del nichel messo a punto da Ludwig Mond dopo la sua scoperta del nichel tetracarbonile. L'intento era la partecipazione attiva ai lavori scientifici per portarvi «una maggiore consapevolezza storica ed epistemologica» [7]. L'accoglienza fu gelida. Eppure, quel proposito di sviluppare una riflessione epistemologica a servizio dei *practitioners* non lo abbandonò mai e riemerse in modo netto a fine carriera: «Negli ultimi anni la mia ricerca si è orientata decisamente verso gli aspetti filosofici della chimica, *in particolare ho cercato di mettere in luce i lineamenti epistemologici delle pratiche teoriche e di laboratorio*» [12].

Il desiderio coltivato sin dai primi passi di storico dava vita ad una linea di ricerca originale, che fu presentata pubblicamente all'interno del consesso della International Society for the Philosophy of Chemistry: «We declare our interest in undertaking *a philosophical reflection inspired by practical questions*, directly correlated with the research activity of practitioners, aimed at providing them with conceptual tools useful for their own activity in the lab and in the classroom»⁶. Le motivazioni di questa mossa erano radicate nell'intera storia professionale di Cerruti, che aderiva *in toto* a queste considerazioni di Giuseppe Del Re, uno dei grandi padri della filosofia della chimica italiana: «L'importanza di *una specifica filosofia della chimica* non deriva solo dall'ovvio interesse culturale, ma dal fatto che generalmente *le stesse scelte della ricerca scientifica sono ispirate da considerazioni 'metascientifiche'*, cioè presuppongono una riflessione sul programma della disciplina data, e quindi considerazioni che rientrano nella filosofia della scienza»⁷.

⁶ Ghibaudi, Elena, Cerruti Luigi 2017. *Scambio epistolare con Eric Scerri, corrispondenza privata*.

⁷ Giuseppe del Re, appunto del 1984 cit. in [7]

All'interno di questa prospettiva di ricerca si collocano riflessioni che spaziano da questioni identitarie della disciplina chimica (quali l'autonomia epistemica della chimica rispetto alla fisica) a lavori focalizzati su concetti fondanti della chimica, quali quello di sostanza, di struttura molecolare, di orbitale, ecc. [11, 24].

Avviandoci a concludere, vorremmo tornare sull'idea – già nominata – di Scienza come *modo-di-essere-nel-mondo* per toccare un ultimo aspetto della visione della scienza secondo Cerruti, ossia il discorso sui valori della scienza. Scrive Cerruti: «Quando Heidegger si pone il problema di definire "un concetto esistenziale della scienza" prende immediatamente le distanze "dal concetto 'logico' che considera la scienza nei suoi risultati come un 'complesso fondato di proposizioni vere, cioè valide'". Per il filosofo tedesco "il concetto esistenziale intende la scienza come una modalità dell'esistenza e quindi come un modo di essere-nel-mondo tale da scoprire, o aprire, l'ente o l'essere" [13, p. 357]» [8].

Tabella 2: I valori della scienza [6]

Parte I: I valori delle scienze visti alla luce della storia e dell'epistemologia	
<i>Valore</i>	<i>Riferimenti descrittivi</i>
Utilitaristico	L' agibilità del mondo
Democratico	La cultura scientifica come fattore di libertà e responsabilità dei cittadini
Politico	La conoscenza scientifica come costrutto sociale
Epistemico	Il contenuto di verità delle scienze
Etico	Il pluralismo epistemologico delle pratiche conoscitive
Cognitivo	La ricerca scientifica richiede curiosità, competenza e creatività
Metacognitivo	Bellezza, gioia e potenza della conoscenza
Contemplativo	Bellezza, complessità, unità della natura (che include l'umanità)
Parte II: Un valore della scienza visto dal futuro	
Etico & Politico & ...	L' inviolabilità della natura (che include l'umanità)

Aderire a questa visione comporta riconoscere alla scienza stessa un patrimonio di valori che non può essere taciuto. Cerruti ritiene che l'educazione ai valori della scienza sia una necessità

didattica, che deve essere ottemperata innanzi tutto cercando convergenze con i sistemi di valori degli allievi: «Se nell'insegnamento non puntiamo anche ad *interagire col sistema di valori degli allievi*, se cioè non ci muoviamo anche sul piano educativo, le nostre stesse intenzioni didattiche rimarranno sterili» [8]. Ci pare, questa, una visione didattica molto attuale (sebbene poco praticata), che assume particolare rilievo in un momento storico in cui i giovani sono molto sollecitati ai valori del rispetto dell'ambiente e del contrasto al cambiamento climatico, valori sui quali la chimica ha molto da dire.

La Tabella 2 riproduce gli esiti di una riflessione pubblicata sul sito web Minerva (www.minerva.unito.it), creato e costantemente aggiornato da Cerruti, oggi purtroppo non più disponibile. Nell'impossibilità di un commento esteso, ci limitiamo a considerare il valore etico, al quale Cerruti associa la voce *pluralismo epistemologico*. Quest'ultimo ricade nel valore etico perché «Etica è l'accettazione stessa del pluralismo, etico è il baluardo che il pluralismo epistemologico oppone *contro il pensiero unico*» [6], una lezione che oggi suona particolarmente pressante. Altro grande tema presente nella tabella è quello della *inviolabilità della natura*, a proposito della quale Cerruti ricorda che finora non è stato fra i *grandi* valori degli scienziati e che «costituisce un campo attivo di *ricerca in ecologia, etica e religione che sento intensamente*» [6].

Questo rilievo ci porta all'ultimo aspetto, forse il meno conosciuto, di Cerruti: l'interesse al dialogo tra scienze e religioni. Cerruti era vicino al mondo del buddismo zen e ha prodotto un'ampia pubblicistica su questo tema, che purtroppo rimane sconosciuta ai più. Su iniziativa di Cerruti e di alcuni di noi, nel 2007 a Torino venne costituito un gruppo di studio che riuniva colleghi e studenti dell'università statale e docenti della facoltà teologica torinese: l'obiettivo era

per l'appunto esplorare le possibili sinergie tra pensiero scientifico e religioso, alla luce di una convinzione condivisa: «Religioni e scienze possono/debbono collaborare nel *tracciare i percorsi di liberazione - mentale e materiale* - agibili dagli uomini di oggi» [10].

L'esperimento durò due anni, nel corso dei quali ebbero luogo vari incontri che si tenevano nella sala aulica della Biblioteca *G.Ponzio* del dipartimento di Chimica di Torino. I partecipanti erano animati dal desiderio di esplorare un territorio intellettualmente *minato*, mettendo da parte resistenze pregiudiziali e preconcetti, alla ricerca di ciò che poteva unirli. La filosofia del gruppo è ben espressa da questa riflessione: «A scienziati, storici, filosofi e teologi si apriranno buone prospettive di studio se accetteranno che *le pratiche, scientifiche e religiose, non siano meramente l'ombra delle idee, ma il terreno fertile in cui esse germogliano e fioriscono*. Le pratiche delle religioni e delle scienze sono molto diverse fra loro, hanno però una *finalità in comune: la comprensione del mondo-della-vita*. Accomuna le scienze e le religioni anche il *sensu di sconvolgente meraviglia* che suscita questo mondo-della-vita» [10].

È proprio sul senso di meraviglia che vorremmo chiudere questa rievocazione. Per farlo, rimandiamo al dipinto del Durer riprodotto in Figura 2. Cerruti amava quest'opera perché la considerava una buona esemplificazione del senso di meraviglia che tutti dovremmo provare davanti alla realtà, anche nei suoi aspetti più semplici: l'universo di una zolla di terra è ricco di forme di vita, di colori che meritano l'attenzione del nostro sguardo, esteriore ed interiore.



Figura 2: La grande zolla, Albrecht Dürer, 1503

L'aspetto contemplativo era, per Cerruti, una caratteristica non secondaria della ricerca scientifica, da opporre come contraltare all'aspetto applicativo: «Vale la pena di *rendere più esplicito l'atteggiamento contemplativo*, dato che il suo opposto, l'investigativo, è noto a tutti: si fa ricerca scientifica per trarne un vantaggio, umanitario, tecnologico o economico, per *fruire* del mondo» [6]. Cerruti riteneva che lo sguardo contemplativo avrebbe dovuto essere attitudine abituale per chi fa ricerca e lo riteneva essenziale per sviluppare il senso di rispetto e comunanza con tutto ciò che esiste, temi oggi fatti propri dalla riflessione ecologista: «E' ciò che conosciamo della natura e di noi-come-natura che porta a *ritenere che sia un dovere il rispetto ontologico* di un animale (che non può essere ridotto a macchina-per-produrre-carne) o di una valle alpina (che non può essere ridotta ad autostrada- con-impianti-di risalita)» [8].

Questa riflessione finale ci riporta al titolo che abbiamo scelto per il nostro contributo: in che senso la chimica è stata, per Cerruti, occasione di impegno civile? In una duplice accezione, che crediamo di aver esemplificato nella nostra rievocazione: da una parte, *fare chimica* comporta

più o meno esplicitamente partecipare ai processi di crescita e di sviluppo di un Paese; dall'altra, il suo modo di fare chimica e storia della chimica è stato vissuto come un *servizio* offerto alla comunità dei chimici, degli insegnanti, e più in generale a tutti coloro interessati alla scienza come espressione di cultura.

La ricerca (prima sperimentale, poi storica ed epistemologica) è stata per Cerruti un modo di vivere, ben prima e ben più che un mestiere. Malgrado le difficoltà della sua carriera accademica e le incomprensioni di cui è stato talora oggetto il suo lavoro, Cerruti è rimasto fedele a questo suo modo di essere fino alla fine dei suoi giorni, senza mai tradire se stesso. Per noi, che abbiamo avuto il privilegio di condividere con lui una parte del cammino, si è trattato di una lezione inestimabile che abbiamo accolto con gratitudine.

Bibliografia

- [1] Abbri, Ferdinando 2004. *Book review: Luigi Cerruti. Bella e potente: La chimica del Novecento fra scienza e società*, ISIS, 95(4), pp. 712-713.
- [2] Cerruti, Luigi, Fazio Silvana 1976. *Scienziati e crisi della scienza*, De Donato, Bari, p.240.
- [3] Cerruti, Luigi 1979. *Domande da porre, possibili risposte: prolusione al corso di Storia della chimica* (appunti inediti tratti dall'archivio Cerruti)
- [4] Cerruti, Luigi 1991. Curatela di S. Cannizzaro, *Sunto di un corso di filosofia chimica*, Palermo, Sellerio.
- [5] Cerruti, Luigi 1994. *L'insegnamento di storia della chimica. Esperienze torinesi 1979-1989*. In: F. Bevilacqua, *Atti del XII Congresso nazionale di Storia della Fisica*, Milano, CNR, pp.313-322.
- [6] Cerruti, Luigi 1999. *L'educazione ai valori della scienza come pratica ermeneutica*. Pubblicato su www.minerva.unito.it (ora chiuso)
- [7] Cerruti, Luigi 2000. *Habent sua fata libelli*, Prefazione alla ristampa anastatica degli Atti del I convegno del GNSFC di Torino, Accademia dei XL.

- [8] Cerruti, Luigi 2000. *Finalità educative della storia e dell'epistemologia delle scienze*. In: Insegnanti di qualità. I percorsi di formazione, Università di Trieste, Trieste, pp.13-43.
- [9] Cerruti, Luigi 2003 e 2016 (1^a e 2^a edizione). *Bella e potente. La chimica dagli inizi del Novecento ai giorni nostri*, Roma, Editori Riuniti.
- [10] Cerruti, Luigi 2007. *Buddhismo zen e pratica scientifica. Un approccio sostenibile al dialogo fra religione e scienza. Appunti per gruppo di Scienze&religioni, 15 ottobre 2007 (inedito)*
- [11] Cerruti, Luigi e Ghibaudi Elena 2017. *Chemical substance, material, product, goods, waste: a changing ontology*, Foundations of Chemistry 19, pp. 97-123.
- [12] Cerruti, Luigi 2020. *Atti del Convegno «Il contributo italiano ai linguaggi specialistici delle scienze», Accademia Nazionale delle Scienze detta dei XL, Roma, 14 ottobre 2020*
- [13] Heidegger, Martin 1979. *Sein und Zeit*, Niemeyer, Tübingen.
- [14] Husserl, Edmund 1931. *Meditazioni cartesiane*, Bompiani.
- [15] Ieluzzi, Gianmarco, Turco Francesca e Cerruti Luigi 2008. *Leggere le figure I. La semiotica sociale e la comunicazione iconografica*. La Chimica nella Scuola, luglio-settembre 2008, pp. 139-148.
- [16] Marrou, Henry-Irénée 1962. *La conoscenza storica*, Mulino, Bologna, p.207, cit. in [7].
- [17] Paoloni, Leonello 1983. *Ricerca didattica e formazione degli insegnanti in Italia – Relazione al seminario internazionale “La ricerca in didattica chimica in Italia e in alcuni Paesi Europei”*, Genova 25-26 marzo 1983, organizzato da IRRSAE Liguria e DD-SCI.
- [18] Rocke, Alan J. 1984. *Chemical Atomism in the Nineteenth Century: From Dalton to Cannizzaro*, Ohio State University Press, Columbus.
- [19] Scerri, Eric 2007. *The periodic table: its story and significance*, Oxford University Press, New York.
- [20] Torracca, Eugenio 2016. *Un possibile incontro tra Storia e Didattica della Chimica* in Rendiconti Accademia Nazionale delle Scienze detta dei XL. Memorie di Scienze Fisiche e Naturali 134, Vol. XL, Parte II, pp. 193-201.
- [21] Turco, Francesca, Cerruti Luigi 2001. *Profound and far reaching theoretical implications. La spettrometria di massa di Aston e il suo impatto sulla fisica del nucleo*. In: E.Schettino ed., Atti del XX Congresso nazionale di Storia della Fisica e dell'Astronomia CUEN, Napoli, pp. 371-422.

- [22] Turco, Francesca, Cerruti Luigi 2008. *To Get Back from Chemistry to Physics. Lord Rayleigh, la chimica e la determinazione dei pesi atomici*. Atti del XXV Congresso Nazionale di Storia della Fisica e dell'Astronomia, SISFA, Milano, C31.1 C31.21
- [23] Turco, Francesca, Ieluzzi, Gianmarco e Cerruti Luigi 2009. *Leggere le figure II. Chi l'ha visto? L'immagine del laboratorio*. La Chimica nella Scuola, gennaio-marzo 2009, pp. 5-17.
- [24] Villani, Giovanni, Ghibaudi Elena e Cerruti Luigi 2018. *The orbital: a pivotal concept in the relationship between chemistry and physics? A comment to the work by Fortin and coauthors*. Foundations of chemistry, 20, pp. 89–97.